

Vysoká škola báňská
Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vysoká škola báňská
Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Porovnání ručního a strojního obrábění
Comparison of Manual and Mechanical Machining

Student:

Oldřich Musil

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Dr. Ing. Josef Brychta

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Oldřich Musil**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: Porovnání ručního a strojního obrábění
Comparison of Manual and Mechanical Machining

Zásady pro vypracování:

1. Současný stav strojírenské výroby a její požadavky.
2. Porovnání stávajících technologických řešení.
3. Návrh a zpracování nových technologických postupů.
4. Ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] VASILKO, Karol; NOVÁK-MARCINČIN, Jozef; HAVRILA, Michal. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov : Datapress Prešov. 2003, 424 s. ISBN 80-7099-995-0.
- [2] NESLUŠAN, Miroslav; TUREK, Stanislav; BRYCHTA, Josef; ČEP, Robert; TABAČEK, Marian. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábaní*. Žilina : EDIS Žilina, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [3] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Josef; JURKO, Jozef; *Top trendy v obrábaní, I. část – Obráběné materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 205 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [4] ZAJAC, Jozef; JURKO, Jozef; ČEP, Robert. *Top trendy v obrábaní, II. část – Nástrojové materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 193 s. ISBN 80-968954-2-7.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **prof. Dr. Ing. Josef Brychta**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015




Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V dne

.....

Podpis

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

v Ostravě dne 18.5.2015
Musil
Podpis

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bakalářská práce se zaměřuje na návrh a porovnání technologického postupu součástí. V teoretické části se zaměřujeme na samotnou funkci výrobku sestaveného z nám zadaných součástí. Dále si vysvětlíme obrobitelnost, hliník a jeho slitiny, abychom si přiblížili použitý materiál a jeho schopnost ho obrábět. Popíšeme si jednotlivé prvky výrobního procesu a zamyslíme se nad současnými požadavky strojírenské výroby. V praktické části popíšeme stávající technologický postup a navrhne novým. Porovnáme dosažené drsnosti povrchu a ekonomicky zhodnotíme dosažené výsledky.

ANOTATION BACHELOR THESIS

This bachelor thesis focuses on design and comparison of technological process of components. In the theoretical part, we focus on an actual function of the product assembled from specified components. Furthermore, we explain machinability, aluminium and its alloys, we approach the used material and its ability to machine it. We describe the various elements of the manufacturing process and we consider over current requirements of mechanical engineering. In the practical part, we will describe existing technological process and we will design a new one. We will compare the achievements of surface roughness and we evaluate economically the results of tests.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MUSIL, Oldřich. *Porovnání ručního a strojního obrábění*. Ostrava: Katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2015, 41s. Bakalářská práce, vedoucí BRYCHTA, Josef.

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat firmě MEP Postřelmov, a. s. za možnost vytvořit tuto práci. Dále velké poděkování patří panu prof. Dr. Ing. Josefu Brychtovi za rady potřebné ke správnému splnění všech bodů práce a také panu Ing. Rudolfu Hrochovi, který mě seznámil s řešenou problematikou a poskytnul mi veškeré informace.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	1
ÚVOD	1
PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI SLOVÁCKÉ STROJÍRNY, a. s.	2
SUB-ZÁVOD 07 MEP Postřelmov, a. s.	2
POPIS DANÉHO VÝROBKU	3
Obecná charakteristika	3
Princip činnosti	4
OBROBITELNOST	5
Hodnocení obrobitelnosti	5
Rozdělení obrobitelnosti	5
Obrobitelnost hliníku a jeho slitin	6
Materiály pro nástroje	6
Rychlořezné oceli	6
Slinuté karbidy	7
HLINÍK A JEHO SLITINY	8
Čistý hliník	8
Slitiny hliníku	8
VÝROBNÍ PROCES	10
Technologický postup	10
Technologický postup musí obsahovat následující základní parametry:	10
Jak postupovat při vytváření výrobního postupu:	12
PŘÍPRAVKY NA OBRÁBĚNÍ	13
Obráběcí nástroj	13
Přípravky proobrábění	13
Rozdělení	13
Použití	13
POŽADAVKY SOUČASNÉ STROJÍRENSKÉ VÝROBY	14
Čeho chceme dosáhnout	14
SOUČASNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP	16
Skříň převodovky	16

Polotovary součástí	16
Obráběcí stroje	16
Sled operací	17
Použité přípravky a standardní měřidla	20
Skříň spínače	21
Polotovary součástí	21
Obráběcí stroje	21
Sled operací	23
Použité přípravky a standardní měřidla	25
Použité nástroje	26
NÁVRCH A ZPRACOVÁNÍ NOVÉHO TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU	27
Skříň převodovky a skříň spínače	27
Obráběcí stroj	27
Sled operací pro skříň převodovky	29
Sled operací pro skříň spínače	31
Použité přípravky a stanovená měřidla	33
Použité nástroje pro obráběcí centrum HAHO DMC 60 H	34
POROVNÁNÍ DRSNOSTÍ PŘI OBRÁBĚNÍ	35
EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	36
Současná technologie výroby	36
Nová technologie výroby	36
Porovnání nákladů na jednu dávku součástí	37
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
SEZNAM PŘÍLOH	41

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CNC - Computerized Numerical Control (číslicové řízení počítačem)

RO - Rychlořezná ocel

SK - Slinuté karbidy

WC - Karbid wolframu

TiC - Karbid titanu

t_A - čas jednotkové práce

VBD - Vyměnitelná břitová destička

ÚVOD

Ve firmě Slovácké strojírna, a.s., SUB - ZÁVOD 07 MEP Postřelmov, a. s. jsme se po konzultaci domluvili na spolupráci při vytváření nového technologického postupu na modernějším CNC stroji, který nám umožní provedení potřebných technologií pro výrobu součástí. Stávající technologický postup využívá více pracovních strojů, které jsou v současné době náročnější na energii a pracovní sílu. Nové technologie způsobují také velký tlak od konkurenčních firem. Musíme tedy přizpůsobovat výrobní proces tak, abychom dosahovali lepších výsledků, co se týče povrchu součástí, geometrických přesností a hlavně výrobních nákladů. Dnešní trh nabízí širokou škálu pracovních strojů v různých částech strojírenské výroby. Ručně ovládané stroje jsou nahrazovány poloautomaticky nebo dnes již častěji automaticky řízenými stroji. Automatizace umožňuje zařízením pracovat bez obsluhy díky předem nadefinovanému pracovnímu postupu v určitém programovacím kódu. Stroje jsou vybaveny zásobníky na nástroj a po naprogramování jsou schopny provést výměnu. Z toho vyplývá, že CNC obrábění využívá efektivněji čas a umožňuje řešení složitých obrobků. Cílem je hlavně zlepšení pracovních výsledků, kterých chceme dosáhnout nahrazením současné výroby na více strojích právě jedním CNC zařízením, které umožní provést všechny potřebné operace hospodárněji. Tím by se snížily náklady výroby i čas potřebný pro výrobu součástí.

PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI SLOVÁCKÉ STROJÍRNY,

a. s.

Slovácké strojírny, a. s. jsou jednou z nejvýznamnějších průmyslových společností Zlínského kraje s více než šedesátiletou tradicí vyspělé strojírenské výroby. Do nového tisíciletí vstoupily Slovácké strojírny jako moderní firma plně adaptovaná na konkurenční prostředí tržního hospodářství. Společnost si vytvořila podmínky pro trvalý proces úspory vnitřních nákladů, flexibility výroby, zajištění požadované kvality vyráběné produkce a podstatné zvýšení produktivity práce.[1]

Po roce 2000 se rozvoj společnosti zaměřil i na proniknutí do jiných oblastí podnikání a tak společnost v roce 2000 vstoupila kapitálově do společnosti MEP Postřelmov, a. s. V roce 2009 proběhla fúze obou společností, které nadále vystupují pod firmou Slovácké strojírny, a. s. [1]

SUB-ZÁVOD 07 MEP Postřelmov, a. s.

Aktivity závodu 07 MEP Postřelmov navazují na tradici elektrotechnické společnosti, která byla založena 1931 německým podnikatelem J. Wagnerem z Olomouce. V poválečném období byla společnost znárodněna a přejmenována na MEZ, později přejmenována na MEP Postřelmov a. s. [2]

Součástí závodu v Postřelmově jsou provozy Slévárna hliníku a Galvanovna, které se rozvíjejí jako samostatné technologické celky v rámci společnosti Slovácké strojírny, a. s. [2]



Obr. 1. MEP Postřelmov [2]

POPIS DANÉHO VÝROBKU

Jako výrobek jsme si zvolili koncový spínač VSV. Přesněji jeho dva díly. Jedná se o skříň spínače a skříň převodovky, kde je složitý výrobní proces. Polotovary nám bude dodán ve formě odlitku, který si firma vyrábí ve své slévárně. Použitým materiálem je hliník, resp. slitina hliníku. Odlitek je litý do pískových forem.



Obr.2.1. Skříň spínače



Obr.2.2. Skříň převodovky

Obecná charakteristika

Koncový spínač je zařízení, které slouží k rozpojení nebo spojení elektrického obvodu, při kterých dochází po najetí různých zařízení do koncových poloh. Jsou vybaveny senzory, které mají za úkol rozpoznat koncovou polohu a upozornit obsluhu vypnutím zařízení. Jako senzor může být páka s kladkou, třmenové páky, plunžry, magnetické spínače nebo další mechanické komponenty. [8]



Obr.2.3. Koncový spínač VSV [2]

Princip činnosti

Koncový spínač se skládá ze dvou hlavních částí. Z mechanické části, kdy se mění jeho poloha v koncové oblasti zařízení, a z části elektrické, kterou tvoří spínací kontakty. Když dojde ke změně polohy v mechanické části (např. změni

se poloha páky s kladkou), automaticky se rozpojí kontakty v elektrické části. Dále podle způsobu využití spínač zabrání pohybu, indikuje pohyb, rozsvítí světlo apod.

OBROBITELNOST

Jedná se o prvek relativní, proto stanovení obrobitelnosti provádíme porovnáním s jinými materiály, které se obrábí stejným nástrojem a jsou použity i stejné pracovní podmínky. Kritériem pro srovnání nejčastěji bývá teplota řezání, dále pak utváření třísky, velikost síly řezání (odporu), jakost povrchu obrobené plochy nebo velikost řezné rychlosti při zvolené trvanlivosti.

Z hlediska technologie obrábění je obrobitelnost jednou z nejzávažnějších vlastností materiálu. V obecném smyslu ji pak lze definovat jako míru schopnosti daného materiálu "nechat se zpracovat" určitou metodou obrábění. Je hlavním činitelem, který ovlivňuje volbu řezných podmínek pro funkci nástroje při všech metodách obrábění.[9]

Hodnocení obrobitelnosti

Obrobitelnost materiálu je komplexní pojem, který vypovídá zejména o mechanických vlastnostech materiálu, o chemickém složení materiálu, jeho struktuře, ale také o způsobu výroby polotovaru. [9]

Hodnocení prováděné na základě:

- řezné rychlosti (kinetická obrobitelnost),
- dosažené drsnosti obrobené plochy,
- velikosti opotřebení břitu nástroje,
- množství energie potřebné k odřezání dané vrstvy materiálu,
- teploty řezání,
- druhu a tvaru tvořící se třísky.

Rozdělení obrobitelnosti

Abychom byli schopni dostatečně porovnat výsledky, je obrobitelnost rozdělena do devíti skupin, které se označují malými písmeny abecedy.

a - litiny

b - oceli

- c - těžké neželezné kovy a slitiny (měď a slitiny mědi)
- d - lehké neželezné kovy a slitiny (hliník a slitiny hliníku)
- e - plastické hmoty
- f - přírodní nerostné hmoty
- g - vrstvené hmoty
- h - gumy
- v - tvrzené litiny pro výrobu válců

Z každé skupiny je vybrán jeden materiál, který využíváme jako etalon. S tímto etalonem se následně porovnávají ostatní materiály té dané skupiny a určí se relativní obrobiteľnost.

Obrobiteľnost hliníku a jeho slitin

Obecně lze říct, že hliníkové slitiny patří ve srovnání s ostatními kovovými konstrukčními materiály mezi ty lépe obrobiteľné. Například ve srovnání s ocelmi stejné pevnosti jsou řezné síly u hliníkových slitin výrazně menší. Obrobiteľnost čistého hliníku je velmi špatná oproti obrobiteľnosti hliníkových slitin, které se považují za velmi dobré. Výrazný rozdíl mezi obrobiteľností čistého hliníku a slitinami hliníku spočítá ve struktuře. Vliv precipitátů, měkkých částic a v neposlední řadě i stupeň deformačního zpevnění působí na obrobiteľnost hliníkových slitin velmi příznivě. [11]

Materiály pro nástroje

Rychlořezné oceli

Nástrojové materiály RO obsahují legující prvky wolfram, mangan, a chrom a zpravidla uhlíku méně než 1%. Snášejí teplotu na břitu nástroje 500 - 700 °C a řeznou rychlost 25 - 50 m·min⁻¹. Vyznačují se střední odolností proti opotřebení a vysokou lomovou pevností. Pro optimální využití materiálu z RO je vhodné použít řezné prostředí (řezná emulze, olej). [12]

Slinuté karbidy

Při obrábění hliníkových slitin zaujímají velkou část využití slinuté karbidy, které jsou vyráběny metodou práškové metalurgie. Velikost jedné částice prášku pro výrobu karbidu je menší než $1\mu\text{m}$. Slinuté karbidy jsou slitinou wolframu (WC), titanu (TiC), tantalu, chrómu a dalších kovů. Jako pojivo se používá kobalt. Tvrdost SK je dána samotnou povahou materiálu, a proto se už neprovádí žádné tepelné zpracování pro zvýšení tvrdosti. SK jsou zařazeny do 6 základních skupin, které jsou rozděleny podle obráběného materiálu. [13]

HLINÍK A JEHO SLITINY

Čistý hliník

Hliník je nepolymorfní kov bílé barvy a krystalizuje v soustavě krychlové plošně středěné. Čistý hliník má velmi dobrou elektrickou i tepelnou vodivost. Mechanické vlastnosti hliníku ovlivňuje stupeň čistoty a způsob zpracování. Na vzduchu je stálý a tvořící se vrstvička Al_2O_3 jej chrání před další oxidací. [10]

Využití v průmyslu najdeme hlavně jako elektrovedný materiál nebo obalový materiál. Využívá se také na plátování slitin hliníků a ocelí jako ochrana proti korozi.

Slitiny hliníku

Hliník tvoří s řadou kovů velké množství významných slitin. Přísadové prvky se v hliníku omezeně rozpouštějí a tvoří substituční tuhý roztok. Jejich rozpustnost klesá s teplotou, přičemž rozsah rozpustnosti je velmi rozdílný (obr.3.1.) [10]

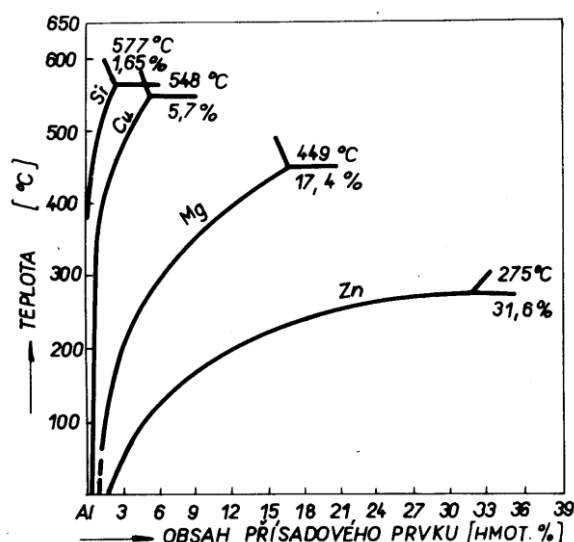
Měď - (do 12%) zvyšuje pevnost a tvrdost, ale zhoršuje tvárnost a odolnost proti korozi.[10]

Hořčík - (do 11%) zlepšuje pevnost a odolnost proti korozi a vytvrditelnost slitin.[10]

Mangan - (do 2%) zvyšuje pevnost, tvárnost, houževnatost a odolnost proti korozi.[10]

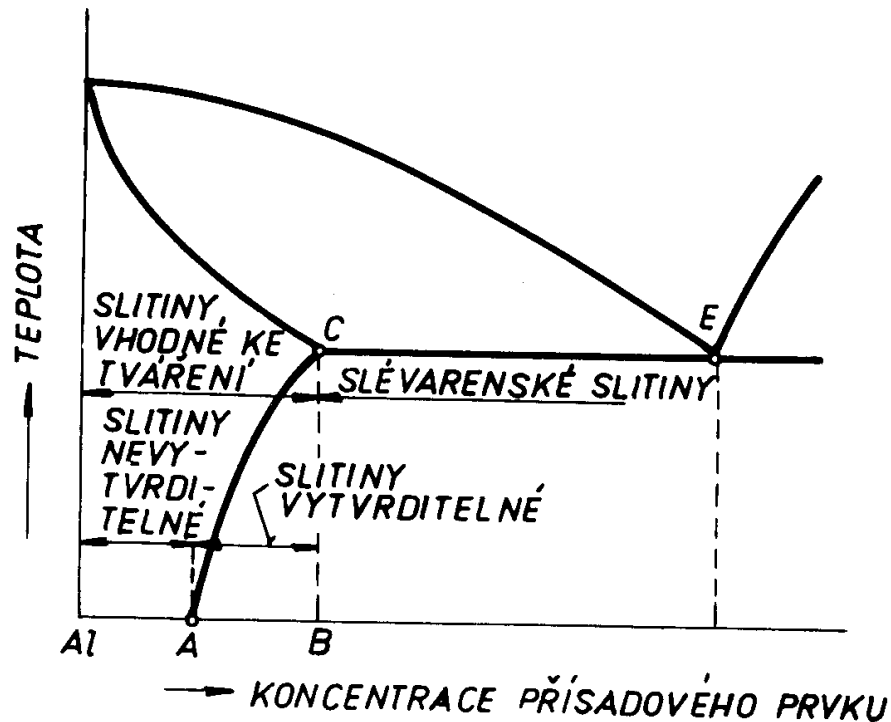
Křemík - až do 25% ve slitinách pro odlévání a naopak do 1% pro tvářené slitiny. Zvyšuje pevnost tuhého roztoku a odolnost proti korozi.[10]

Zinek - (6 až 8%) zvyšuje pevnost, zhoršuje však odolnost proti korozi.[10]



Obr. 3.1. Rozpustnost přísadových prvků

Slitiny hliníku se používají jako tvářené nebo slévárenské, ve stavu tepelně zpracovaném i nezpracovaném. Základní rozdělení slitin hliníku z hlediska vhodnosti ke tváření, odlévání a tepelnému zpracování vytvrzování znázorňuje obr. 3.2. [10]



Obr.3.2. Schéma rovnovážného diagramu slitin hliníku

Slévárenské slitiny mají vyšší obsah přísadových prvků, tuhnou proto jako heterogenní. Ve výsledné struktuře se vyskytuje eutektikum. Slitiny určené k tváření mají obsah přísadového prvku volen tak, aby při tuhnutí vznikala jednofázová struktura (pouze tuhý roztok).[10]

VÝROBNÍ PROCES

Jsou to nezávislé operace (činnosti), při kterých dochází k transformaci výchozího materiálu na hotový výrobek. Realizace se provádí technologickými postupy, které poskytují stručné, ale potřebné informace pro výrobu výrobku. Technologický postup určuje potřebné výrobní zařízení, nářadí řezné, upínací, měřicí a porovnávací podmínky potřebné pro danou operaci [3]. Zahrnuje se do toho i kvalita a kvantita výroby, aby se stanovil technologický postup co nejhospodárněji. Dodržování jednotlivých operací je velice důležité a porušení může být i trestné.

Technologický postup

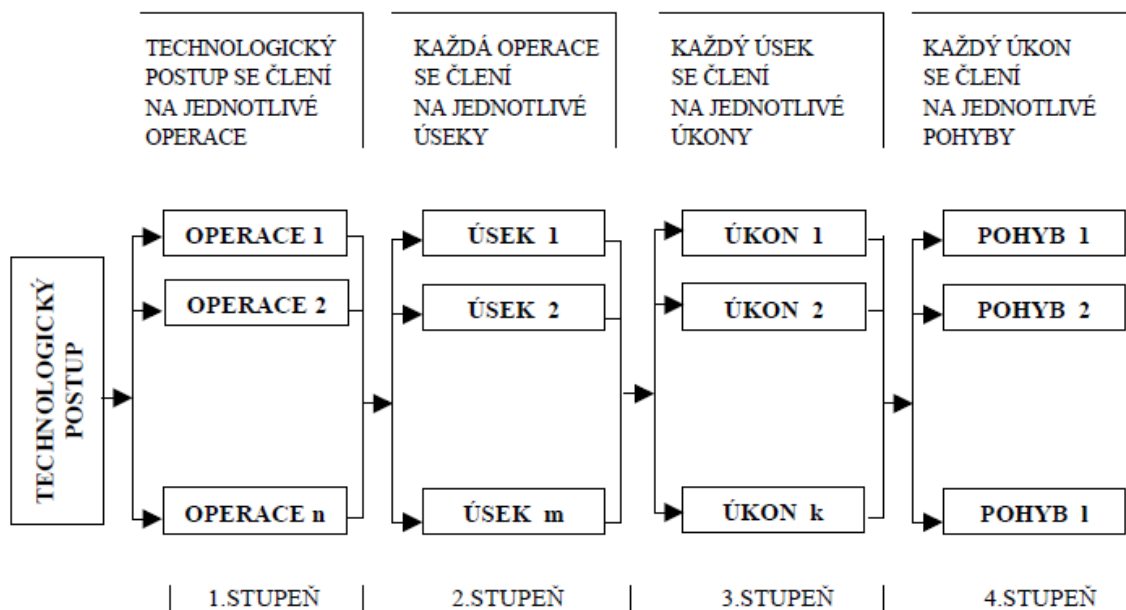
V zájmu trvalé finální kvality a funkční spolehlivosti výrobků (konstrukcí, souboru konstrukcí, ...) je nutné dodržet při výrobě určité podmínky a způsoby provedení prací. Zejména při uplatňování výsledků technického rozvoje v praxi nabývá na významu plná informovanost pracovníků ve výrobě, a proto výrobní jednotka (podnik, firma, ...) vydává pro bezprostřední potřebu řízení výroby závazné předpisy technologického charakteru zvané technologické postupy.

Technologický postup musí obsahovat následující základní parametry:

- výrobní prostředky, tj. výrobní zařízení, přípravky, nástroje a měřidla,
- sled operací včetně popisu práce,
- počet vyráběných kusů,
- technologické podmínky včetně režimů práce strojů,
- jednotlivé operační rozměry,
- odměny za vykonanou práci,
- časy jednotkové práce t_A u jednotlivých operací.

Technologický postup je stejně platný jako technický výkres. Svévolné porušení technologických podmínek se kvalifikuje jako porušení technologické kázně a je trestné.[4]

Členění se podle účelu a podle typu výroby až do čtyř stupňů.



Obr. 4. Členění technologického postupu [9]

Operace

Ukončená a souvisle prováděná část výrobního procesu vykonaná na jednom nebo několika pracovních předmětech na jednom pracovišti, zpravidla jedním nebo skupinou pracovníků (např. soustružení, frézování, broušení, lapování, tepelné zpracování, kontrola rozměrů) [9]

Úsek

Část operace, při které se vykonává práce za přibližně stejných technologických podmínek (např. soustružení se rozděluje na úsek hrubování a úsek soustružení na čisto, tedy dva úseky jedné operace) [9]

Úkon

Ucelená jednoduchá pracovní činnost (např. upnutí obrobku, nastavení rezných podmínek, zapnutí stroje) [9]

Pohyb

Nejjednodušší část pracovní činnosti ve výrobním postupu, popisovaná zejména v hromadné výrobě a u montážních prací (např. uchopit klíč, vložit obrobek do sklíčidla, utažení šroubu, stlačení vypínače stroje). [9]

Jak postupovat při vytváření výrobního postupu:

- 1) Rozbor technologičnosti konstrukce součásti.
- 2) Návrh optimální technologie výroby zadaných součástí v tomto pořadí:
 - a) Návrh polotovaru + jeho rozměry, přídavky na obrábění + výkres v měřítku 1:1. Výpočet normy spotřeby materiálu a koeficientu využití materiálu. U výkovku a odlitku heslovitý technologický postup výroby polotovaru.
 - b) Stanovení počtu a pořadí operací, technologických i kontrolních.
 - c) Návrh strojů a zařízení pro výrobu
 - d) Návrh nástrojů a nářadí
 - e) Návrh řezných podmínek u jednotlivých operací (řezná rychlost, posuv, hloubka řezu,...).
 - f) Určení norem času u jednotlivých operací (t_{AC} , t_{BC}).
 - g) Analýza stavu výroby, evidence výrob

PŘÍPRAVKY NA OBRÁBĚNÍ

Obráběcí nástroj

Jedná se o nástroj, který odebírá třísky a je vyroben z různých druhů materiálů, aby bylo možné dosáhnout požadovaných funkčních a užitkových vlastností. S vývojem výroby se neustále více klade důraz na přesnost, životnost a náklady na jeho výrobu.

Z hlediska použití nástroje rozeznáváme nástroje *komunální*, které jsou vyráběny dle ČSN, DIN, apod. v centrálních výrobních nářadí, a *speciální*, které jsou speciálně vyráběny pro danou operaci a obrobek ve vlastních nářadovnách. [4]

Přípravky proobrábění

Jedná se o pomocné zařízení, které podle daného využití slouží k uchycení obráběné součásti, pomocnému přidržení, když dochází k montáži, nebo při obrábění k vedení nástroje a dále i ke kontrole rozměrů obrobku.

Rozdělení

- 1) **dle použití** - univerzální, skupinové, stavebnicové
- 2) **dle určení** - obráběcí, montážní, kontrolní, ostatní pomocná zařízení
- 3) **dle zdroje upínací síly** - přípravky s ručním upínáním, přípravky s mechanickým upínáním

Použití

V mnoha případech při obrábění je zapotřebí využít přípravků, abychom byli schopni daný obrobek vyrobit či zvýšit jejich produktivitu výroby a jakost. Použití nám z velké míry určuje konstrukce, kde při kusové výrobě více využíváme komunální přípravky (např. sklíčidla, svěráky apod.) a speciální pouze tam, kde jsou nezbytné pro danou operaci. U sériové a hromadné výroby je využití speciálních přípravků žádoucí pro lepší produktivitu a jakost výroby.

POŽADAVKY SOUČASNÉ STROJÍRENSKÉ VÝROBY

Požadavky současného průmyslového trhu vyvolávají stále větší nároky na inovace produktu a hledání řešení k co možná nejúčinnějšímu využívání výrobních možností. Díky tomu jsou firmy nuceny výrobní program aktualizovat, aby byly schopné konkurovat současnému trhu. Provádět modernizace pracovišť je tedy velkým přínosem a odráží se to následně i v ekonomickém zhodnocení produktu.

Dalším trendem dnešní výroby je snižování energetické náročnosti provozu a dopad na životní prostředí.

Čeho chceme dosáhnout

V oblasti technologie obrábění máme ve firmě spoustu strojů pro výrobu. Jde nám však o co nejefektivnější výsledek, který nám umožní splnění zakázek v lepším (kratším) čase. Nesmíme opomenout kvalitu práce, která by měla zůstat stejná nebo být lepší. Tím chceme docílit nahrazení stávajících strojů pro náš daný výrobek novým moderním CNC strojem, který nám umožní zvládnout všechny operace.

V současné době se na výrobě podílejí tři pracoviště, ve kterých máme k dispozici soustruh poloautomat NC-SPT 16, konzolovou frézku FA5V a také obráběcí centrum MCFH 40. Při výrobě je nutno mít téměř pro každé upnutí speciální upínače, upínky a přípravky, které si firma musí vyrobit či zadat jiné firmě jako zakázku.

Cílem našeho výzkumu je navrhnout technologický postup pro moderní CNC obráběcí centrum a umožnit tak dosažení lepších výsledků při obrábění za pomoci právě jednoho stroje (pracoviště). Technologický postup, co se týče obrábění, budeme vytvářet pro stroj MAHO DMC 60 H, které máme nově k dispozici ve firmě. Toto CNC umožňuje díky dvěma paletám (dva pracovní prostory) nepřetržitý provoz při výrobě zakázky. Při práci nástroje na jedné paletě dochází u druhé k výměně nebo upínání dalšího obrobku. Nedochozí tak ke zbytečným prostojům.

Po stanovení technologického postupu na novém stroji a následné výrobě obrobku provedeme srovnání dosažených výsledků. Zajímat nás budou rozměrové tolerance, drsnosti, kterých jsme schopni dosáhnout, čas potřebný pro výrobu a v neposlední řadě i cena.

SOUČASNÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Protože nám jde především o zefektivnění výroby, co se týče obrábění, nebude uvažovat jiné operace, které jsou spojeny s tímto výrobkem (nebudeme uvažovat žádnou změnu při odlévání, povrchových úpravách, přídavků na obrábění, apod.). Budeme zabývat pouze obráběním a jeho případné nahrazení novým výrobním programem.

Skříň převodovky

Polotovar součásti

Jedná se o odlitek, který se vytváří gravitačním litím do připravených pískových forem. Pěchování forem se provádí strojně za pomoci bucharu. Použitý materiál je slitina hliníku $AlSi8Cu3$. Pódeutektická slitina se velmi často používá pro její dobré lití, zvláště tlakové. Pro dostatečnou pevnost za vyšších teplot a dobrou obrobitelnost nachází využití v mnoha odvětvích průmyslu jako skříňe, víka, hlavy válců, ale také díly domácích spotřebičů.

Obráběcí stroje

Soustruh NC-SPT16 poloautomat



Obr.5.1. Soustruh NC-SPT 16 poloautomat [6]

- Technická data [6]
 - max. průměr soustružení **160 mm**,
 - max. oběžný průměr nad podélným supportem **340 mm**,

- max. délka soustružení **500mm**,
- rozsah otáček **40 - 4000 rpm**,
- kužel vřetene **MORSE 6**,
- celkový příkon **45 kW**,
- max. hmotnost obrobku **50 kg**,
- hmotnost stroje **3700 kg**.

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC



Obr. 5.2. Obráběcí centrum MCFH 40 CNC [5]

- Technická data [5]
 - počet nástrojů v zásobníku **30 ks**,
 - rozměr otočného stolu **400 x 400 mm**,
 - max. rozměr obrobku **400 x 400 x 400 mm**,
 - rozsah otáček **14 - 4400 ot/min**,
 - výkon hlavního motoru vřetene **13,5 kW**,
 - velikost kužele ve vřeteni **ISO 40**,
 - půdorysná plocha **4220 x 3270 mm**,
 - výška stroje **2570 mm**,
 - hmotnost stroje **5800 kg**.

Sled operací

Je nutné dodržet určité pořadí operací, aby výrobní postup dané součásti zajišťoval podmínky stanovené konstruktérem. Sled operací je důležité volit tak, aby předešlé operace upravovaly povrch součásti pro operace následující. Je tedy pravidlem, že hrubovací operace jsou zařazovány na začátek a naopak operace,

kteřé součásti dávají konečný tvar a jakost, se zařazují na konec výrobního postupu.

Soustruh NC-SPT 16 poloautomat

Tabulka 1.1. Seznam výrobních operací na soustruhu NC-SPT 16 poloautomat

Soustruh NC-SPT16 poloautomat		
č. op.	popis operace	poznámka
1	upnout do 3-čelistového sklíčidla	upnutí za předlitý otvor $\varnothing 82$ mm
2	soustružit otvor - $\varnothing 90f8$ mm a obě přilehlá čela	ponechat dostatečné přídávky na obr. protějšší strany
3	soustružit otvor - $\varnothing 23^{+0,2}$ mm	
4	odjehlit	
5	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
6	upnout na upínač	upnutí pomocí dvou upínek
7	vystředit za $\varnothing 90f8$	pomocí mezipříruby, redukce
8	soustružit otvor - $\varnothing 82^{+0,05}$ mm	
9	zarovnat čelo $L = 57 \pm 0,1$ mm	
10	soustružit otvor - $\varnothing 32H8$ na kótu $50^{+0,05}$ mm	
11	pokračovat osazením na $\varnothing 28H8$	
12	srazit hrany	
13	zarovnat čelo na kótu $38^{+0,05}$ mm	
14	odjehlit	
15	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
16	přesun na jiné pracoviště	

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC**Tabulka 1.2.1. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MCFH 40 CNC**

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC		
č. op.	popis operace	poznámka
1	upnout na upínač č.1 pomocí podložky a matice	vystředění pomocí Ø 90f8; úhlové nastavení pomocí dvou šroubů
2	frézovat symetricky z obou stran na kótu 112 mm	
3	frézovat Ø 34 mm	
4	soustružit Ø 34,75 mm + hranu	
5	vystružit Ø 35H8 na kótu 12 mm	
6	pokračovat soustružením osazení Ø 31 mm	
7	zastředit a vrtat 4x Ø 4,2 mm do hloubky 15 mm	
8	řezat závit 4x M5 do hloubky 9 mm	
9	otočit stůl o 180°	
10	frézovat Ø 34 mm	
11	soustružit Ø 34,75 mm + hranu	
12	vystružit Ø 35H8	
13	zastředit a vrtat 4x Ø 4,2 mm do hloubky 15 mm	
14	řezat závit 4x M5 do hloubky 9 mm	
15	otočit stůl o 90°	
16	zastředit a vrtat 6x Ø 5 mm do hloubky 19 mm	

Tabulka 1.2.2. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MCFH 40 CNC

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC		
č. op.	popis operace	poznámka
17	řezat závit 6x M6 do hloubky 11 mm	
18	frézovat 4x nálitky pro upevnění	
19	zastředit a vrtat 4x Ø 6,4 mm	
20	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
21	upnout na upínač č.2	
22	zastředit a vrtat 4x Ø 4,2 mm do hloubky 15 mm	
23	řezat závit 4x M5 do hloubky 9 mm	
24	zafrézovat R5	pro odtok oleje
25	zafrézovat plochu nálitku pro zhotovení M12x 1,5	
26	odjehlit	
27	vrtat Ø 10,5 mm	
28	zahloubit	hvězdicový záhlubník
29	řezat závit M12x 1,5	
30	provést celkovou kontrolu všech obrobených ploch	
31	odvézt na jiné pracoviště	

Použité přípravky a standardní měřidla

- posuvné měřidlo s přesností 0,02mm,
- ocelové pravítko,
- úhloměr,
- přístroj MiniTest2100 (měření povrchových úprav),

- upínač pro soustruh NC-SPT16 poloautomat + 2 upínky,
- upínač č.1 a č.2 pro CNC MCFH 40, upnutí šroubem a maticí.

Skříň spínače

Polotovar součásti

Polotovar je odlitek, který se vyrábí stejně jako předešlý odlitek. Použitým materiálem je opět slitina hliníku AlSi8Cu3.

Obráběcí stroje

Konzolová frézka FA5V



Obr.5.3. Konzolová frézka FA5V [7]

- Technická data [7]
 - délka pracovní plochy **2000 mm**,
 - šířka pracovní plochy **425 mm**,
 - upínací rozměr stolu **425 x 2000 mm**,
 - podélný posuv **1400 mm**,
 - svislý posuv **450 mm**,
 - příčný posuv **440 mm**,
 - upínací kužel vřeten **ISO 70**,
 - výkon hlavního elektromotoru **11 kW**,
 - hmotnost stroje **5170 kg**.

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC

Obr.5.4. Obráběcí centrum MCFH 40 CNC [5]

- Technická data [5]
 - počet nástrojů v zásobníku **30 ks**,
 - rozměr otočného stolu **400 x 400 mm**,
 - max. rozměr obrobku **400 x 400 x 400 mm**,
 - rozsah otáček **14 - 4400 ot/min**,
 - výkon hlavního motoru vřetene **13,5 kW**,
 - velikost kužele ve vřetení **ISO 40**,
 - půdorysná plocha **4220 x 3270 mm**,
 - výška stroje **2570 mm**,
 - hmotnost stroje **5800 kg**.

Sled operací**Konzolová frézka FA5V**

Tabulka 2.1. Seznam výrobních operací na konzolové frézce FA5V

Konzolová frézka FA5V		
č. op.	popis operace	poznámka
1	upnout na přípravek	pomocí dvou upínek za patky
2	začistit plochu pro víko frézování	přídavek pro možnost upnutí v následující operaci
3	odjehlit	
4	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
5	upnout na stůl	začištěnou plochou
6	frézovat patky (základnu) - výška 4 mm od povrchu	kontrolovat sílu patek - nesmí klesnout pod 13 mm
7	odjehlit	
8	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
9	přesun na jiné pracoviště	

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC

Tabulka 2.2.1. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MCFH 40 CNC

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC		
č. op.	popis operace	poznámka
1	upnout na přípravek č.1	pomocí dvou upínek
2	vystředit dle stanovených dorazů na přípravku	
3	frézovat patky na rozměr 12 mm	

Tabulka 2.2.2. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MCFH 40 CNC

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC		
č. op.	popis operace	poznámka
4	vrtat 3x Ø 9,5 mm	
5	vrtat Ø 5 mm	
6	řezat závit M6	
7	frézovat čela u Ø 90f8	
8	frézovat protější čelo na kótu 150±0,2 mm	
9	zhotovit Ø 90H8	
10	zhotovit Ø 30H8	
11	vrtat 4x Ø 4,2 mm	
12	řezat závit 4x M5	
13	vrtat 4x Ø 5 mm	
14	řezat závit 4x M6	
15	zastředit 2x P21	
16	předvrtat 2x Ø 26,75 mm	
17	začistit 2x Ø 41 mm	pro těsnění
18	řezat závit 2x P21	chladit emulzí
19	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
20	upnout na přípravek č. 2 za patky	pomocí dvou upínek; vystředit dle tří otvorů Ø 9,5 mm

Tabulka 2.2.3. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MCFH 40 CNC

Obráběcí centrum MCFH 40 CNC		
č. op.	popis operace	poznámka
21	frézovat vnější tvar pro víko	
22	frézovat vnitřní tvar pro víko	
23	frézovat vybrání	pro kontaktní systém (4x R20)
24	zastředit 4x pro M8	
25	vrtat 4x Ø 6,7 mm do hloubky 20 mm	
26	řezat závit 4x M8 do hloubky 12 mm	
27	zastředit 8x pro M4	
28	vrtat 8x Ø 3,3 mm	
29	řezat závit 8x M4	
30	provést celkovou kontrolu všech obrobených ploch	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
31	odvézt na jiné pracoviště	

Použité přípravky a standardní měřidla

- posuvné měřidlo s přesností 0,02mm,
- ocelové pravítko,
- úhloměr,
- přístroj MiniTest2100 (měření povrchových úprav),
- přípravek pro konzolovou frézku FA5V + 2 upínky,
- přípravek č.1 a č.2 pro obráběcí centrum MCFH 40 CNC + 2 upínky.

Použité nástroje

Nástroje z RO jsou použity na konvenčních strojích (frézka FA 5 V, soustruh NC-SPT 16) a spolu s nástroji SK (VBD destičky) se využívají u obráběcího centra.

NÁVRCH A ZPRACOVÁNÍ NOVÉHO TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Díky malému využití starších manuálně řízených strojů, které se současně používají pro výrobu daného obrobku a jsou zatím nezbytné, navrhne nahrazení těchto strojů modernějším obráběcím centrem, které je řízené programem. Tedy snížíme počet obráběcích pracovišť pouze na dvě, kde veškeré operace bude provádět pracoviště s obráběcím centrem, a na druhém pracovišti jen upravíme součást pro upnutí za použití frézky.

Skříň převodovky a skříň spínače

Obráběcí centrum nám umožňuje provádět operace současně na obou obrobkách za použití speciálních přípravků.

Obráběcí stroj

Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H



Obrázek 6.1. Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H [14]

- Technická data [14]
 - počet nástrojů v zásobníku **40 ks**,
 - rozměr otočného stolu **400 x 500 mm**,
 - max. rozměr obrobku **600 x 560 x 560 mm**,
 - otáčky hlavního vřetene **8000 rpm**,
 - výkon hlavního motoru vřetene **20 kW**,

- velikost kužele ve vřetení **ISO 40**,
- rozměry stroje **5600 x 2400 x 2700 mm**,
- hmotnost stroje **11400 kg**,
- řídicí systém **siemens SINUMERIK 840 D**.

Svislá frézka FB 32 V



Obr.6.2. Konzolová frézka FB32V [15]

- Technická data [15]
 - délka pracovní plochy **1400 mm**,
 - šířka pracovní plochy **450 mm**,
 - plocha stolu **320 x 1250 mm**,
 - podélný posuv **950 mm**,
 - svislý posuv **450 mm**,
 - příčný posuv **320 mm**,
 - upínací kužel vřetena **ISO 70**,
 - rozsah otáček **14 - 4400 ot/min**,
 - hmotnost stroje **3800 kg**.

Sled operací pro skříň převodovky***Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H*****Tabulka 3.1.1 Seznam výrobních operací na obráběcím centru MAHO DMC 60 H**

Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H		
č. op.	popis operace	poznámka
1	upnout na přípravek č.1	speciální upínací deska; upnutí pomocí třmenové upínky
2	frézovat čelní plochu na kótu 62 mm	
3	frézovat přírubu kolem otvoru Ø 52 mm na kótu 62 mm	
4	hrubovat Ø 90f8 na kótu 57 mm	
5	frézovat přírubu kolem Ø 90f8 na rozměr 57+2,5=59,5 mm	
6	frézovat vnitřní přírubu kolem Ø 32H8	
7	hrubovat Ø 32H8	
8	hrubovat Ø 28H8	
9	frézovat Ø 23 mm	
10	frézovat Ø 82 mm	
11	zhotovit Ø 90f8	
12	vrtat 4x Ø 6,4 mm	v nálitcích
13	vrtat 6x Ø 5 mm	na přírubě

Tabulka 3.1.2. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MAHO DMC 60 H

Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H		
č. op.	popis operace	poznámka
14	řezat závit M6	na přírubě
15	vrtat 4x Ø 4,2 mm	na vnitřní přírubě
16	zhotovit Ø 28H8	speciální upínací trn; ustavit dle otvoru Ø 90H8
17	zhotovit Ø 32H8	
18	zhotovit sražení 2x 15°	u otvoru 28H8
19	zhotovit 4x M5	na vnitřní přírubě
20	začistit R5 na kótu 48 mm	v přírubě
21	upnout na přípravek č. 2	speciální upínací trn; ustavit dle Ø 90f8
22	frézovat plochy kolem otvoru Ø 35H8	
23	frézovat plochu kolem M12x 1,5	
24	vrtat Ø 10,5 mm	
25	vyřezat závit M12x 1,5	
26	hrubovat 2x Ø 35H8	
27	frézovat Ø 31 mm	
28	zhotovit 2x Ø 35H8	
29	vrtat 8x Ø 4,2 mm	
30	řezat závit 8x M5	
31	provést celkovou kontrolu všech obroběných ploch	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti

Sled operací pro skříň spínače

Zde je za potřebí pro správné upnutí do obráběcího centra využít kooperace na svislé frézce FB 32V.

Tabulka 3.2. Seznam výrobních operací na svislé frézce FB 32 V

Svislá frézka FB 32 V		
č. op.	popis operace	poznámka
1	začistit pilníkem čtyři plošky v rozích dílce	v místech budoucího závitu M8
2	ustavit na stůl na podložky k dorazu na plochu, na niž se vztahuje kóta 52 mm	upnutí dvěma upínkami; polotovar položit na začistěné plošky
3	frézovat 2x čela patek na kótu 52 mm	
4	kontrola rozměrů statistickým výběrem	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti

Tabulka 3.3.1. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MAHO DMC 60 H

Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H		
č. op.	popis operace	poznámka
1	upnout na přípravek č. 1	speciální upínací deska; upnutí pomocí tří upínek
2	začistit plochu kolem otvoru Ø 30H8	
3	začistit přírubu kolem otvoru Ø 90H8	
4	frézovat 2x plochu kolem Pg21	
5	frézovat 2x otvor pro Pg21	
6	frézovat 2x Pg21	
7	vrtat 2x Ø 2 mm	otvory pro štítek
8	hrubovat Ø 30H8	

Tabulka 3.3.2. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MAHO DMC 60 H

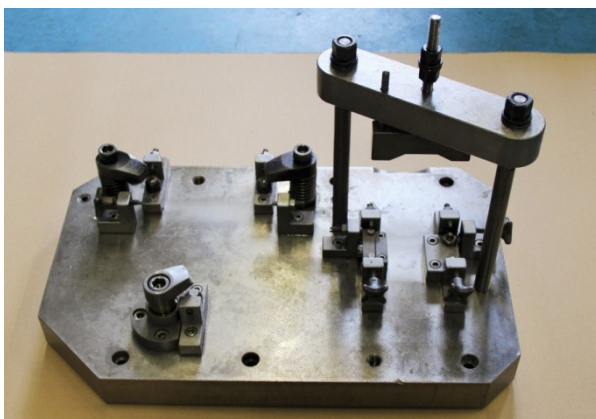
Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H		
č. op.	popis operace	poznámka
9	zhotovit Ø 90H8	
10	vrtat 4x Ø 5 mm	na přírubě
11	řezat závit 4x M6	
12	vrtat 4x Ø 4,2 mm	kolem otvoru 30H8
13	řezat závit 4x M5	
14	zhotovit Ø 30H8	
15	upnout přípravek č. 2	speciální upínací trn; ustavit dle otvoru Ø 90H8
16	frézovat vrchní plochu úkosového výstupku na kótu 129,5 mm	
17	frézovat patky na kótu 133,5 mm	
18	frézovat boky vnitřního nálitku na kótu 122 mm	
19	frézovat vrchy patek na kótu 12 mm	
20	vrtat 3x Ø 9,5 mm	v místě patek
21	vrtat Ø 5 mm	v patce
22	řezat závit M6	v patce
23	vrtat 4x Ø 2 mm	díry na štítky
24	frézovat plochy na vnitřních nálitcích	pro kontaktní systém (4x R20)
25	frézovat vnější rohy na kótu 6 mm	

Tabulka 3.3.3. Seznam výrobních operací na obráběcím centru MAHO DMC 60 H

Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H		
č. op.	popis operace	poznámka
26	vrtat 8x Ø 3,3 mm	na vnitřních nálitcích
27	řezat závit 8x M4	na vnitřních nálitcích
28	vrtat 4x Ø 6,7 mm do hloubky 20 mm	v rozích dílce
29	řezat závit 4x M8 do hloubky 12 mm	v rozích dílce
30	odjehlit ostré hrany	
31	provést celkovou kontrolu všech obrobených ploch	kontrolovat všechny tech. prvky u každé 5. součásti
32	odvézt na jiné pracoviště	

Použité přípravky a stanovená měřidla

- posuvné měřidlo s přesností 0,02mm,
- ocelové pravítko,
- úhloměr,
- přístroj MiniTest2100 (měření povrchových úprav),
- přípravek č. 1 - speciální upínací deska,



Obr.7.1. Speciální upínací deska

- přípravek č. 2 - speciální upínací trn.



Obr.7.2. Speciální upínací trn

Použité nástroje pro obráběcí centrum HAHO DMC 60 H

Použité nástroje pro výrobu jsou vyrobeny z SK a jsou upnuty do různých typů upínačů normy SK40 (DIN 69871 B)



Obr.8. Typy upínačů [16]

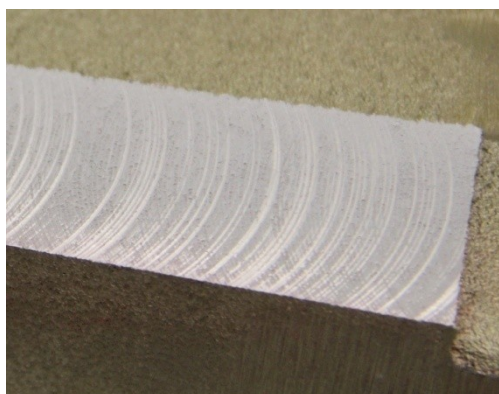
- řezné hlavy - $\varnothing 40$; $\varnothing 63$,
- soustružnický nůž $\varnothing 25$, nástroj na soustružení $\varnothing 90$ f8,
- stupňovité vrtáky - $\varnothing 3,3/4,7$; $\varnothing 4,2/6,0$; $\varnothing 5,0/7,2$; $\varnothing 6,8/9,7$; $\varnothing 10,5/15$,
- závitníky - M4; M5; M6; M8; M12x1,5; Pg21,
- fréza $\varnothing 20$ mm,
- vrtací tyče - $\varnothing 30$ H8; $\varnothing 28$ H8; $\varnothing 32$ H8; $\varnothing 90$ H8; $\varnothing 35$ H8,
- TF vrtáky - $\varnothing 6,4$; $\varnothing 9,5$,
- speciální zahlubovač $\varnothing 28 \times 30^\circ$,
- speciální fréza $\varnothing 12 \times 10^\circ$,
- kotoučová fréza $\varnothing 80$.

POROVNÁNÍ DRSNOSTÍ PŘI OBRÁBĚNÍ

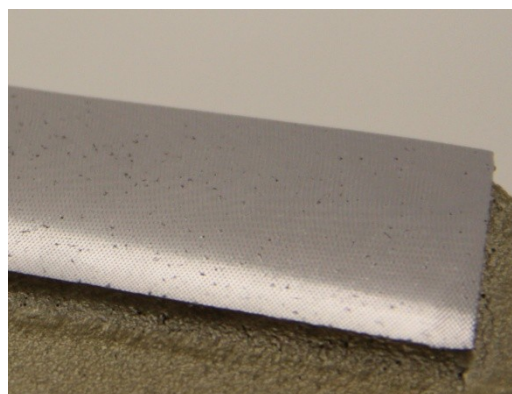
Provedli jsme zhodnocení drsnosti na plochách patek, kde jsme na jedné patce obráběli klasickou frézku používanou stávajícím technologickým postupem. Druhou patku jsme obrobili na obráběcím centru, které jsme zvolili pro nový technologický postup. Zachovali jsme při tom stejnou řeznou hloubku a posuv na zub.

Tab.4. Porovnání parametrů a dosažené drsnosti

Parametry	Frézka FB 32 V	Obráběcí centrum MAHO DMC 60 H
Otáčky	220 ot./min.	8000 ot./min.
Posuv	125 mm/min.	4545 mm/min.
Posuv na zub	0,095 mm	0,095 mm
Řezná hloubka	1 mm	1 mm
chlazení	bez chlazení	kap. BLASER
dosažená drsnost	7,6 - 9,2 μm	1,9 μm



Obr. 9.1. Klasická frézka



Obr.9.2. Obráběcí centrum

Na obrázcích můžeme vidět dosažené drsnosti, které jsou v obou případech v mezích tolerance. Ovšem dosažené tolerance na navrhovaném způsobu výroby jsou výrazně lepší.

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V ekonomickém zhodnocení jsme porovnali dosažené strojní časy a s nimi spojené náklady, abychom určili, zda jsme nově navrhovanou metodou výroby schopni snížit dobu výroby a také náklady.

Současná technologie výroby

Ve stávajícím technologickém postupu využíváme pro zhotovení obou součástí čtyři pracovní stroje a provádíme jejich výrobu jednotlivě.

Tab.5.1. Současné výrobní náklady skříně převodovky

Skříň převodovky			
Stroje/kontroly	čas obrábění	sazba	cena
NC - SPT 16	15,66 min.	800 Kč/hod.	208,80 Kč
MCFH 40 CNC	38,86 min.	800 Kč/hod.	518,13 Kč
Kontrola	1,12 min.	400 Kč/hod.	7,46 Kč

Celkové náklady na výrobu skříně převodovky činí **734,39 Kč**

Tab.5.2. Současné výrobní náklady skříně spínače

Skříň spínače			
Stroje/kontroly	čas obrábění	sazba	cena
FA 5 V	10,74 min.	400 Kč/hod.	71,6 Kč
MCFH 40 CNC	55,15 min.	800 Kč/hod.	735,33 Kč

Celkové náklady na výrobu skříně spínače činí **806,93 Kč**

Nová technologie výroby

Nová technologie umožňuje výrobu obou součástí současně za použití obráběcího centra. U skříně spínače je nutná kooperace na frézce, aby bylo možné následné upnutí. Pro znázornění jednotlivých cen výrobků uvedeme časy jednotlivě podle obrobků.

Tab.3.3. Nové výrobní náklady skříňě převodovky

Skříň převodovky			
Stroje/kontroly	čas obrábění	sazba	cena
MAHO DMC 60 H	13,19 min.	800 Kč/hod.	175,87 Kč
Zámečnické práce	8,13 min.	400 Kč/hod.	54,20 Kč

Celkové náklady na výrobu skříňě převodovky činí **230,07 Kč**

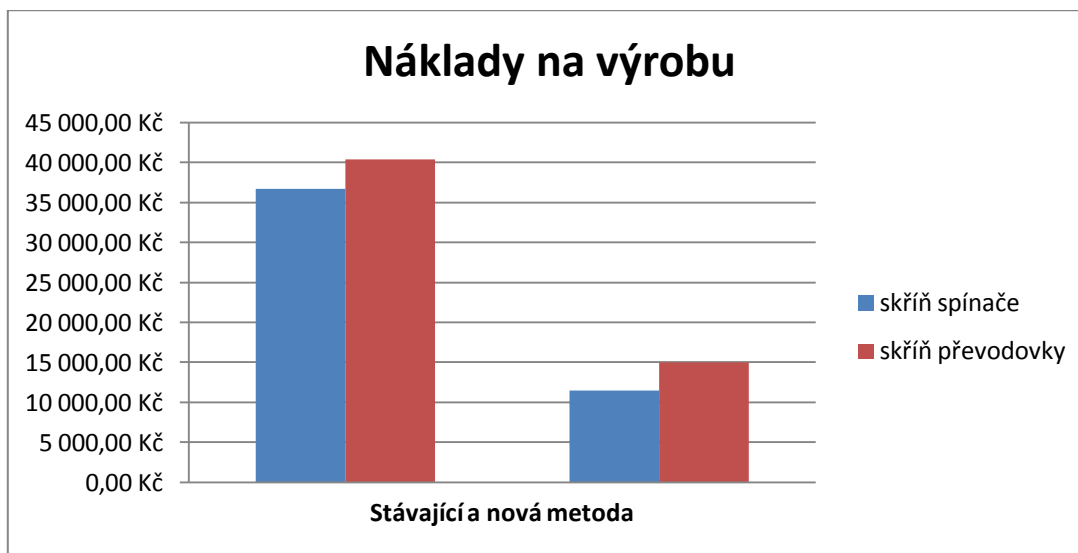
Tab.5.4. Nové výrobní náklady skříňě spínače

Skříň spínače			
Stroje/kontroly	čas obrábění	sazba	cena
FB 32 V	4,86 min.	400 Kč/hod.	32,40 Kč
MAHO DMC 60 H	15,28 min.	800 Kč/hod.	203,73 Kč
Zámečnické práce	9,53 min.	400 Kč/hod.	63,53 Kč

Celkové náklady na výrobu skříňě spínače činí **299,66 Kč**

Porovnání nákladů na jednu dávku součástí

Současnou a novou metodu jsme porovnávali na vzorku 50 kusů strojních součástí.



Graf1. Náklady na výrobu

ZÁVĚR

Firma SUB-ZÁVOD 07 MEP Postřelmov, a. s. se snaží udržovat si efektivitu práce, a proto postupně nahrazuje starší klasické stroje novými obráběcími centry. Tato práce se právě touto problematikou zabývá. Řeší nové zpracování technologického postupu, kde jsme provedli změny ohledně obrábění součástí. Veškeré další operace, které jsou s výrobou spojeny (např. odlévání polotovaru, povrchové úpravy, apod.), jsme zachovali stejné.

Technologický postup jsme tedy vytvořili pro obráběcí centrum MAHO DMC 60 H. Tento stroj umožňuje obrábět obě součásti najednou, ale je zapotřebí vytvořit si speciální přípravky pro správné uchycení. Má také možnost pracovat nepřetržitě díky dvěma pracovním deskám (paletám). Při obrábění na jedné paletě se na druhé vyměňují součásti a upínají. Nedochází tedy k prostojům a snižuje se čas

na samotnou výrobu. Při návrhu jsme zjistili, že je nutná kooperace u součásti skříně spínače. Je zapotřebí na svislé frézce FB 32 V provést frézování čel patek. To nám umožní následné správné uchycení na speciální přípravky u obráběcího centra.

Po vytvoření technologického postupu jsme porovnali drsnost obráběných ploch obou metod a určovali, zda jsme schopni udržet danou drsnost. Výsledky dosažené při stávající metodě byly v rozmezí 7 - 9 μm . Při nově zvolené metodě jsme dosáhli drsnosti 1,9 μm . Z toho vyplývá, že jsme schopni za nižší strojní čas dosáhnout dokonce lepších drsností než u stávající metody.

Ekonomické zhodnocení jsme provedli na zakázce, která čítala 50 ks. Jelikož jsme dosáhli novou metodou nižších strojních časů, je patrné, že i náklady budou sníženy. Náklady pro výrobu obou součástí při stávající metodě činí 77 066 Kč. U nové metody jsou náklady 26 486,5 Kč, což je o 65,63 % méně.

Nový stroj a technologický postup při obrábění nám tedy značně zefektivnil výrobu a firma tímto výrobním procesem nahradila ten původní.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ROSENFELD, Jiří. Představení společnosti [ONLINE]. Uherský Brod. 2012. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z <www.sub.cz/spolecnost.aspx>
- [2] SLOVÁCKÉ STROJÍRNY, a. s. MEP Postřelmov [ONLINE]. 2012. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z <<http://www.sub.cz/mep-postrelmov/>>
- [3] KOCMAN, Karel; PROKOP, Jaroslav. *Speciální technologie - obrábění*. učební texty vysokých škol. VUT v Brně - Fakulta strojní. Brno, 2003
- [4] ZEMČÍK, Oskar. *Technologické procesy - část obrábění*. učební texty. VUT v Brně - Fakulta strojního inženýrství. Brno, 2004
- [5] CNC INTERSERVICE ZLÍN Spol. s.r.o. *Základní technické parametry stroje*. [ONLINE]. Dostupné z <<http://www.cnczlin.cz/index.php?top=stroje&page=obrabeci-centrum-mcfh-40>>
- [6] TDZ Partners s.r.o. *technická data*. [ONLINE]. Dostupné z <http://www.tdzpartners.com/index.php?company=pouzite_stroje&id_nomen=010000000000491>
- [7] FERMAT Group. *parametry*. [ONLINE]. Dostupné z <<http://www.fermatmachinery.com/pouzite-stroje/frezka/konzolova/fa-5-v-cs-131829/>>
- [8] HONEYWELL Spol. s.r.o. *Koncové a bezpečnostní spínače*. [ONLINE]. Dostupné z <<http://www.prell.sk/produkty/honeywell/1%20KONCOVE%20SPINACE.pdf>>
- [9] BRYCHTA, Josef a kolektiv. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava, 2007. 251s. ISBN 978-80-248-1505-3
- [10] DORAZIL, Eduard a kolektiv. *Nauka o materiálu II*. Brno, 1979.

- [11] MICHNA, Šimon a kolektiv. *Encyklopedie hliníku*. Prešov, 2005. 700s. ISBN 80-89041-88-4.
- [12] KOČMAN, Karel; PROKOP, Jaroslav *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno, 2005. Akademické nakladatelství CERM. 270s. ISBN 80-214-2068-0.
- [13] HUMÁR, Anton. *Technologie obrábění - 1. část* [ONLINE]. Brno, 2003. 138s. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf>
- [14] IMZ MaschinenVertriebsGmbH. *Bearbeitungszentrum - Horizontal*. [ONLINE]. Dostupné z <<http://www.imz.de/de/produkte/dmc-60-h-hi-dyn.html>>
- [15] Martina Matalová OK stroje. *Frézka konzolová FB 32 V*. [ONLINE]. Dostupné z <http://prodej-stroju.cz/?dt_portfolio=frezka-konzolova-fb-32-v>

SEZNAM PŘÍLOH

1. výrobní výkres skříně spínače
2. výrobní výkres skříně převodovky